

生物医药领域“卡脖子”技术的概念内涵辨析及评判原则思考

张 婷,陈 娟,徐东紫,欧阳昭连,池 慧

(中国医学科学院/北京协和医学院医学信息研究所/图书馆,北京 100020)

[摘要] 目前我国发展面临自主创新能力弱、关键核心技术受制于国外的不利局面,错综复杂的国内外环境使得我国发展遭遇“卡脖子”的形势较为紧迫。习近平总书记在中央经济工作会议上发表重要讲话,要求“尽快解决一批‘卡脖子’问题”。本研究梳理了既往研究从不同视角对“卡脖子”的定义,结合“卡脖子”技术与其他技术的区别与联系对“卡脖子”进行了概念内涵辨析,提出从国家战略性、技术关键性、技术差距性、产业关键性等多重维度定义“卡脖子”技术,基于4个维度构建“卡脖子”评价指标体系。最后,结合我国国情及国内外环境,对我国攻关解决生物医药领域“卡脖子”问题提出几点思考。

[关键词] “卡脖子”技术;科技自立自强;评判原则;评价指标

[中图分类号] R95 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1003-3734(2023)16-1615-07

Discrimination and analysis of conceptual connotation and the evaluation principles of “neck sticking” technology in the field of biomedicine

ZHANG Ting, CHEN Juan, XU Dong-zi, OUYANG Zhao-lian, CHI Hui

(Institute of Medical Information/Medical Library, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100020, China)

[Abstract] At present, our country is facing the unfavorable situation that our independent innovation capability is weak and the key core technologies are subject to foreign countries. The complicated domestic and foreign environment makes it more urgent to reverse the “neck sticking” situation. General Secretary Xi Jinping delivered an important speech at the Central Economic Work Conference, demanding to “solve a number of ‘neck sticking’ problems as soon as possible”. This study sorted out the definitions of “neck sticking” from different perspectives in previous studies, combined the differences and connections between “neck sticking” technology and other technologies, and analyzed the conceptual connotation of “neck sticking”. It was proposed to define the “neck sticking” technology from multiple dimensions, such as national strategy, technology criticality, technology gap, and industry criticality, and build an evaluation index system of “neck sticking” based on above four dimensions. Finally, combined with our national conditions and domestic and foreign environment, some thoughts were put forward to solve the “neck sticking” problem in the field of biomedicine.

[Key words] “neck sticking” technology; sci-tech self-reliance and self-strengthening; evaluation principle; evaluation indicator

[基金项目] 中国医学科学院医学与健康科技创新工程“医学知识管理与智能化知识服务关键技术研究”项目(2021-I2M-1-056)

[作者简介] 张婷,女,博士,研究员,主要从事医疗器械与药物战略情报研究。E-mail:brendatingting@126.com。

[通讯作者] 欧阳昭连,女,博士,研究员,主要从事医疗器械与药物战略情报研究。联系电话:(010)52328703,E-mail:zoeouyang@163.com。

习近平总书记在中央经济工作会议上发表重要讲话,要求“尽快解决一批‘卡脖子’问题”,要集中力量开展关键核心技术攻关,加快解决一批药品、医疗器械、医用设备、疫苗等领域的“卡脖子”问题^[1]。“十四五”时期是我国推动创新发展的重大战略机

遇期和迈向世界科技强国前列的关键开局期,“卡脖子”一词非常形象地描绘出我国科技创新面临的困境,这一重要论述高瞻远瞩、内涵深刻、指向精准,为新时期加快科技创新提供了根本指引,引导全社会将全面自主创新战略摆在各类战略视野全局中的核心位置,成为我国实现经济高质量发展和产业结构转型升级的驱动器与加速器。

目前我国发展面临自主创新能力弱、关键核心技术受制于国外的不利局面,错综复杂的国内外环境使得我国发展遭遇“卡脖子”的形势较为紧迫。“卡脖子”提出后,引起社会各界的广泛关注和讨论^[2-9]。从战略层面辩证思考“卡脖子”提法对国家长期发展的影响,似乎含有一种站在被动式立场对事物发展进行绝对化归因的单一思维。这种单一思维在长期来看可能导致整个行业仅聚焦“卡脖子”技术本身,忽略了导致“卡脖子”问题的根源,这一意识形态很可能导致我们难以进行系统攻关和突破,长期处于被动状态。在讨论“卡脖子”问题时必须承认,阻碍我国高技术发展的根源是相关基础研究不足、技术层面与国外存在较大差距。但是,我们不能就此认为“卡脖子”问题仅是技术问题。目前国内面对“卡脖子”问题聚焦于“技术清单”,更多从技术、产品、核心部件等角度考虑“卡脖子”问题,对自身定位为跟跑者、追赶者的角色,这种直线思维使得我们在发展中一直陷于被动的局面。对待“卡脖子”问题,应该立体思考,不能完全被国外牵着走,要充分考虑到是否可以绕过“卡脖子”技术,引导各方另辟蹊径发展替代技术,在此基础上优化相关提法,从国家层面引导原始创新的意识形态,变被动为主动。聚焦“卡脖子”技术问题本身,只能在一段时期内被动而后继续被动,无法改变技术追随的命运。

“卡脖子”技术问题是我国应对全面技术封锁与遏制必须解决的问题之一,是“十四五”时期迈向创新型国家前列面临的重大现实问题。科技日报曾推出系列文章报道制约我国工业发展的35项“卡脖子”技术,因存在国内空白、国内技术短板、技术追赶困难等原因而被“卡脖子”;国家发展和改革委员会、科技部、工业和信息化部、财政部等四部门发布《关于扩大战略性新兴产业投资、培育壮大新增长点增长极的指导意见》中提及一批“卡脖子”技术,明确提出加快新材料产业强弱项,实施新材料创新发展行动计划,聚焦新能源装备制造“卡脖子”问

题,加快新一代信息技术产业提质增效^[10]。突破“卡脖子”技术是一项系统工程,除了考虑技术层面,对“卡脖子”的定义及概念解读直接影响到“卡脖子”的技术识别、系统攻关以及难点突破等问题,最终会影响我国产业链整体安全性以及全球价值链地位的稳定性,对于我国建设创新型国家以及实现世界科技创新强国产生重大影响。未来国际竞争仍存在高度不确定性,这就要求我们进一步增强风险意识,全方位加强各种条件保障,围绕国家宏观需求,识别我国亟须发展的重点细分领域和关键“卡脖子”技术,着力前瞻性布局,实现我国科技自立自强。

1 “卡脖子”技术的概念内涵辨析

1.1 “卡脖子”技术的界定 “卡脖子”技术是因来源较少且缺少替代而形成技术垄断的技术,在市场竞争激烈的情况下,技术拥有方可以通过“断供”技术进而获得竞争优势。国家之间的竞争加入会进一步导致技术“断供”。目前,学术界对于“卡脖子”技术的界定尚未达成一致,既往研究主要从2种视角定义“卡脖子”技术。一种视角是基于关键核心技术的技术视角定义“卡脖子”技术,另一种视角是从国家经济与科技战略视角定义“卡脖子”技术^[11]。

从关键核心技术的技术视角出发,“卡脖子”技术是难以攻克的关键核心技术。关键核心技术研发周期长、投入高、风险大,需要多研究领域、多创新主体、多创新要素的协同配合,在长期良性循环中不断改进,具备关键性与独特性的技术体系^[12-13]。“卡脖子”技术不只是单一某项技术,而是一系列关键核心技术的集合,包括基础材料、制造工艺、核心部件等。如果一个国家的企业或产业技术对外依存度过高,关键核心技术受制于人,便形成了制约一个国家产业创新发展的“卡脖子”技术。

从国家经济与科技战略视角界定“卡脖子”技术,认为“卡脖子”技术不仅是技术层面的关键核心技术范畴,更是决定一个国家强化战略科技力量与提升创新体系效能的关键技术。“卡脖子”技术的关键特征是体现在战略性,与国家发展和安全战略密切相关,对我国经济发展与国家安全带来长期、广泛、深远的影响;“卡脖子”技术还具备技术属性和国家安全属性,符合国家战略需求,对外代表国家战略科技实力^[14-16]。

此外,还有学者综合技术视角与国家战略2种

视角,从技术安全与技术差距的角度界定“卡脖子”技术^[11,17-18]。从技术安全性来看,“卡脖子”技术是被竞争对手占据的关键性技术要素,存在产业技术安全威胁,对于保障国家技术安全起到决定性作用;从技术差距来看,技术差距贸易理论把技术作为一种生产要素,认为技术差距是国家间开展贸易的一个重要原因,部分发达国家甚至以技术差距作为衡量国家竞争力与战略安全的重要指标。综合技术视角与国家战略视角来看,“卡脖子”技术是指与其他国家长期存在较大技术差距的关键核心技术,技术差距短期内难以缩小,技术垄断程度高,难以实现技术转移。一旦在国际贸易实行进出口封锁,该类核心技术便成为制约一个国家产业发展与企业创新的“卡脖子”技术^[11]。

1.2 “卡脖子”技术的概念内涵 “卡脖子”难题将威胁社会发展和经济安全。以“杀手锏”技术来解决“卡脖子”难题是现实而紧迫的技术发展问题。“杀手锏”技术是一种根本性创新,具有高技术和高效益双重特征,能够冲击已经确立的技术价值链并可能引起持续的技术变革^[19-21]。“杀手锏”技术是在技术发展受限背景下,建立在既有技术基础之上、突破现行技术标准并获取相对优势的创新能力^[22]。“杀手锏”技术作为一种代替性技术有可能实现技术跨越,“杀手锏”技术的出现可以在一定程度上暂时填补“卡脖子”技术空白,但仍不能改变技术追陪的命运。

颠覆性技术是一种另辟蹊径、对已有传统或主流技术途径产生整体或根本性替代效果的技术,可能是全新技术,也可能是现有技术的跨学科、跨领域应用^[23-24]。颠覆性技术创新是抢长竿,抢占世界科技创新制高点,获得相关产业竞争优势,带动更多产业创新发展^[25];“卡脖子”技术创新是补短板,克服创新的不足和弱项,保持相关产业稳定发展,避免“短板效应”,支撑产业创新发展^[26]。“卡脖子”技术创新能够保障颠覆性技术创新的顺利进行,颠覆性技术创新有助于化解“卡脖子”技术问题,两者相辅相成、相互促进,带动和支撑我国创新发展。

本研究认为“卡脖子”是一个全面、立体的概念。“卡脖子”的直接原因是技术差距,但这种技术差距的背后还涉及很多软性因素,比如政策、金融、管理运行机制等。“卡脖子”技术本质上是兼具基础性与前沿性的关键核心技术,但又不同于一般的

关键核心技术,“卡脖子”技术兼具技术性、社会性与安全性等多维特征。“卡脖子”技术具有以下特征:尚无国产化替代方案、国内缺乏攻关力量而国外有基础实现攻关突破、国内受美国“实体清单”或疫情影响已经出现断供等。破解“卡脖子”技术问题需要基于全新的识别框架、战略视野与突破路径。“卡脖子”是体系化、多方位的问题,“卡脖子”的概念内涵涉及国家战略性、技术关键性、技术差距性、产业关键性等多重维度,判断“卡脖子”技术要综合考虑多个维度。首先,需要判断该技术是否与国家的战略定位相契合;其次,是否属于推进产业发展所必需的核心关键技术;第三,与发达国家技术水平相比,是否存在技术差距;此外,还应对其在国际环境下的产业安全性进行深入研究。在发展中处于重要战略性地位,与其他国家在科技实力(基础研究、应用开发)、产业化程度(产品商业化)、创新能力等方面存在较大技术差距,产业安全性受国际环境影响显著,该类技术对外依存度高且难以模仿,需要长时间积累与高强度投入才能突破。

2 生物医药领域“卡脖子”技术评判原则思考

“卡脖子”既有技术方面的“硬卡”问题,也有一些管理运行机制等的“软卡”问题。“卡脖子”的概念界定要综合考虑各种因素。聚焦讨论如何理解“卡脖子”、有哪些特征、与关键核心技术存在哪些差异、形成“卡脖子”问题的原因等。本研究借鉴既往相关研究基础^[11,17-18],根据“卡脖子”的概念内涵,从国家战略性、技术关键性、技术差距性、产业关键性等多重维度定义,即是否符合国家战略定位、是否属于推进产业发展的关键核心技术、是否与发达国家存在技术差距、是否产业安全性受到国际环境影响显著等多维评判原则识别“卡脖子”技术(见图1)。在此基础上,结合生物医药领域的特点,提出生物医药领域“卡脖子”技术评价指标(见表1)。

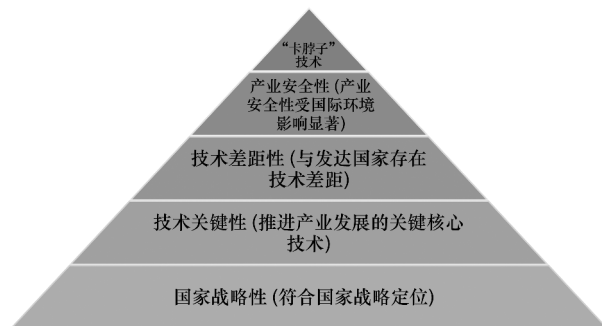


图1 “卡脖子”技术评判原则

表1 生物医药领域“卡脖子”技术评价指标及其来源

目标层	准则层	一级指标	二级指标(举例说明)	指标数据来源			
识别生物医药领域“卡脖子”技术	国家战略性——是否符合国家战略定位	是否为满足人群健康需求的技术 ^a	技术主要适应证的患病率	定量分析			
			诊疗指南中的推荐程度	定量分析			
	技术关键性——是否属于推进产业发展的关键核心技术	是否符合全球研究前沿	是否为国家社会经济发展的关键技术	技术在国家级规划中被提及次数	定量分析		
			是否符合全球研究前沿	是否符合国家政策演变趋势	定量分析		
				国家科研项目资助数量或金额	定量分析		
				是否符合全球研究前沿	定量分析		
				是否为产业发展核心专利	专利被引频次:总被引频次或年均被引频次	定量分析	
			技术差距性——是否与发达国家存在技术差距	基础研究差距	技术覆盖范围:技术覆盖的产业领域	同族专利数量:一件专利在不同国家/地区申请的专利数量集合	定量分析
						专利发展相对地位:专利相对增长率	定量分析
					技术开发差距	技术复杂程度:研发周期与投入成本	定量分析
						标准必要专利	定量分析
					临床试验差距 ^a	是否有多方积极参与推进临床 ^a	临床试验数量
	产品商业化差距	企业申办者数量				定量分析	
	产业安全性——是否产业安全性受国际环境影响显著	技术对外依存度	基础研究差距	论文数量和影响力	定量分析		
				技术开发差距	专利数量和质量	定量分析	
					临床试验数量和质量	定量分析	
				产品商业化差距	是否有进入市场的产品	定量分析	
			国际技术标准参与/贡献程度		核心部件及制造工艺对外依存度	专家定性	
				软件的对外依存度	专家定性		
				基础材料的对外依存度	专家定性		
网络技术的对外依存度				专家定性			
技术的跨国转移难度	技术的跨国转移难度	专家定性					
	该技术领域的国际标准组织中核心领导岗位中我国人员数量	定量分析					
我国人员参与制定该技术领域国际标准比例	定量分析						

a:生物医药领域特有的指标,其他指标可以通用于各领域“卡脖子”技术的评价

2.1 国家战略性 从国家战略性来看,“卡脖子”技术是一个国家社会经济发展所必需的关键核心技术,在发展中处于重要战略性地位。“卡脖子”技术不仅是技术性问题,而且涵盖了战略性问题,决定了一个国家能否在特定领域占据战略领先地位,以及能否把握科技竞争中的主动权^[27]。生物医药领域“卡脖子”技术还必须是满足人群健康需求所必需的技术,可以从主要适应证的患病率及诊疗指南中的推荐程度等指标来辅助判断。

2.2 技术关键性 从技术关键性来看,“卡脖子”技术需要满足符合全球科技前沿,且是产业发展核心专利所涉及的相关技术。生物医药领域“卡脖子”技术还需要满足是否有多方积极参与推进临床的关键核心技术,可以根据临床试验开展情况,通过临床试验数量、企业申办者数量等定量分析指标辅助判断。专利是技术信息最有效的载体,通过对一个领域的专利分析可以客观反映技术开发的整体概况及发展态势。专利是技术研发成果的重要载体,

是标准化、客观化的文献^[28]。高质量核心专利是关键核心技术的重要表征,是关键核心技术高价值的体现。识别关键核心技术的实质是对核心专利的质量及价值进行评估,即识别关键核心专利。一个国家拥有关键核心专利越多、覆盖的技术领域越广,则其拥有的技术资源越丰富,技术竞争力越强。产业发展核心专利所涉及的相关技术可以通过专利被引频次、同族专利数量等定量分析指标来实现。

此外,还需要考虑到标准必要专利情况,专利在标准制定及使用中发挥了重要作用。标准必要专利指某项技术标准涉及的产品或服务所必须使用到的专利技术,即包含在国际标准、国家标准和行业标准中,且在实施标准时必须使用的专利^[29]。标准技术是技术成果的规范化、标准化,是成熟、兼容及通用的技术。专利技术是创新技术、专有技术、有偿使用技术,是知识价值的权利化、资本化。当一项创新技术成为专利,并被标准引用,二者发生了密切关系^[30]。技术标准专利化是专利与技术创新领域出现的新特征。标准必要专利是标准与专利的深度融合。技术标准的背后是专利,专利的背后是巨大的经济利益。专利与技术标准关系日益密切,并与技术创新交织在一起,技术标准包含越来越多的专利技术,越来越多的专利以技术标准的方式存在^[30]。

2.3 技术差距性 从技术差距性来看,判断生物医药领域“卡脖子”技术要从基础研究、技术开发、临床试验、产品商业化等多个维度进行综合判断,通过对科技论文、专利、临床试验、产品等进行定量分析,评价技术发展路径全链条各环节情况,基于客观数据判断“卡脖子”技术。我国科技发展已逐步由模仿引进发达国家转为自主创新。解决“卡脖子”问题要进一步鼓励自主创新,继续坚持创新驱动战略,通过增加研发投入、提高研发效率等方式推动技术进步。

2.4 产业安全性 从产业安全性来看,主要通过技术对外依存度及国际技术标准参与程度 2 个维度来判断“卡脖子”技术,“卡脖子”问题是因为基础理论研究与创新不足。技术对外依存度除了考虑技术本身原因,还要考虑技术跨国转移难度也是一个重要影响因素。关键核心技术对外依存度高,基础材料、核心部件等高度依赖于国外企业的供给与支持,就变成了“卡脖子”技术。提到“卡脖子”技术,很容易想到核心部件、关键材料的问题,软件也是一个不可

忽视的重要限制因素。软件安全作为应用软件和网络安全产业的重要组成部分,也是我国“国家网络空间安全战略”核心领域的关键技术。国外软件长期占据我国市场,长期依赖国外技术使得国内研发投入不足,软件发展较为落后,国产替代难。软件也是解决“卡脖子”问题不可忽视的因素。

标准能够助力高技术创新,加强关键技术领域标准研究,参与标准制定争夺技术话语权,以科技创新提升标准水平。从全球视角来看,技术“话语权”的强弱不单单取决于市场份额或排名,而更看重企业自身的技术领先性与国际标准的参与/贡献程度。如果企业能在创新技术领域提前布局,参与早期标准制定过程,就能更容易地获得技术话语权。标准的基础研究能够长远影响产业发展,充分利用具有自主知识产权的医药产业迅猛发展契机,开展相应的自主标准研究,推动我国标准的国际化发展^[31]。国家需进一步加大对高风险产品技术标准和具有自主核心技术标准的研究支持,推进我国生物医药以技术为依托的自主创新相关标准建立^[32]。

3 攻关解决生物医药领域“卡脖子”技术的几点思考

3.1 发挥新型举国体制优势攻关解决“卡脖子”问题

要统筹考虑国际政治关系的不确定性对各行业、各产业的综合影响,发挥我国集中力量办大事的制度优势,系统制定指导性政策,推动我国核心技术领域的高质量创新发展。核心技术的较量,实际上是产业体系的整体性比拼。我国底层基础技术、基础工艺能力不足,单纯依靠个别企业或科研机构很难在短时间内破解“卡脖子”困境。对于“卡脖子”问题,需要发挥我国的制度优势,采取科技创新型举国体制及举国科研模式,设立重点研发专项,科学布局;加大国家在政策、保障等方面的支持力度,为加快科技创新发展积累后劲;优选、集中并整合我国在相关领域的最杰出人才,避免各自为战,分化力量,才有可能在最短时间内实现关键技术的根本突破。

3.2 优化科技创新“软环境”,为高质量发展提供“硬支撑”

优化科技创新“软环境”,细化政策及支持落地,为高质量发展提供“硬支撑”,形成强有力的管理运行机制,在政策、金融、税收等方面对“卡脖子”创新发展给予支持,实现创新主体的扶持与创新环境的优化,全面提升国家创新体系的整体效能。破解“卡脖子”困境是一项系统工程,需要多研

究领域、多创新主体、多创新要素的共同协作,在创新环境和创新主体之间构建一个完善的创新生态系统。

在“卡脖子”攻坚战中,应按照创新发展规律、科技管理规律、人才成长规律办事,加强创新资源统筹,改进资源配置方式,努力在攻克“卡脖子”技术上实现更多“从0到1”的突破,掌握关键核心技术,有力支撑创新型国家与世界科技强国建设。同时给予科研单位更多自主权,让科技人员有用武之地,激发创新活力。一是优化评价指标体系,引导科研人员转变跟随发展的观念,鼓励创造新的研究范式和理论方法体系,为技术超越奠定基础。二是加强创新风险识别与评估能力建设,助力科技资源优化配置;与财政拨款、税收优惠、金融投融资等方面的政策形成协同,多部门协作改善科技创新“软环境”,解决我们自身阻碍创新的“卡脖子”问题,营造良好的医学科技创新环境。

3.3 重视对基于新范式的研究投入,从根本上解决“卡脖子”技术的共性问题,为高质量发展奠定基础

加强医学科技创新,应厘清传统及最新的医学研究范式,总结并提炼医学领域基础的、突破性的研究范式,通过创新研究范式实现对基础理论、方法、工具的改进,解决当前难以解决的科学问题,从根本上解决“卡脖子”技术的共性问题。

建议组织对全球不同国家/地区有关医学研究的战略部署、资助机构组织架构、新增资助方向等情况进行动态调研,提炼医学领域新范式。设立项目资助符合医学领域新范式的研究,对目前我国开展的搜索算法、知识图谱、自然语言处理、深度学习等人工智能技术应用于医学领域的研究,可能提升运算能力从而加速医学研究进程的高性能计算集群研究等,进行创新性、前瞻性、突破性的评估,对有助于实现我国自主创新、实现数据驱动或革新实验方法的数据科学工具研究的项目予以重点支持。

3.4 大力度支持医学科技情报研究,助力医学科技自立自强 从医学科技情报资源建设和能力建设两方面着手大力度支持我国医学科技情报研究。一是有效整合大规模生物医学数据资源,解决数据多源异构且分散分布的问题,构建国家生物医药信息资源储备体系。二是有针对性地资助一批医学科技情报研究方法项目,基于新技术手段客观评估我国医药科技创新力,动态识别亟须发展的重点细分领域和关键“卡脖子”技术,为更科学前瞻地制定发展战

略提供有效情报支撑。三是推动形成医学科技情报系统研究,培育一批情报研究人才,特别是青年人才,助力实现我国生物医药科技自立自强的长远目标。

[参 考 文 献]

- [1] 新华网. 中央经济工作会议在北京举行 习近平李克强作重要讲话[EB/OL]. (2020-12-18)[2022-03-18]. http://www.qstheory.cn/yaowen/2020-12/18/c_1126879484.htm.
- [2] 邓岩,陈燕娟. 种源“卡脖子”问题的识别、成因与破解路径研究——以农作物种业为例[J]. 农业现代化研究,2022,43(1):20-28.
- [3] 邓岩,陈燕娟. 种源“卡脖子”风险的化解路径——基于全球17个国家种业国际竞争力的组态分析[J]. 中国科技论坛,2022(2):162-169.
- [4] 马兰梦,袁飞,李珑.“卡脖子”问题的情报学研究模式探索——以芯片光刻领域为例[J]. 科技管理研究,2022,42(2):225-234.
- [5] 余丽,盛莹婕,许景龙,等. 专利分析视角下我国集成电路产业“卡脖子”问题研究[J]. 数据与计算发展前沿,2021,3(5):40-54.
- [6] 董坤,白如江,许海云. 省域视角下产业潜在“卡脖子”技术识别与分析研究——以山东省区块链产业为例[J]. 情报理论与实践,2021,44(11):197-203.
- [7] 姜迪,徐寅,陈长益,等. 基于专利分析的芯片“卡脖子”问题研究[J]. 中国科技资源导刊,2021,53(4):14-21.
- [8] 杨斌. 先进电子材料领域“卡脖子”技术的研判与对策分析[J]. 科技管理研究,2021,41(23):115-123.
- [9] 王璐瑶,曲冠楠,ROGERS J. 面向“卡脖子”问题的知识创新生态系统分析:核心挑战、理论构建与现实路径[J]. 科研管理,2022,43(4):94-102.
- [10] 国家发展改革委. 关于扩大战略性新兴产业投资 培育壮大新增长点增长极的指导意见[EB/OL]. (2020-09-08)[2022-03-18]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202009/t20200925_1239582.html?code=&state=123.
- [11] 陈劲,阳镇,朱子钦.“十四五”时期“卡脖子”技术的破解:识别框架、战略转向与突破路径[J]. 改革,2020(12):5-15.
- [12] 张治河,苗欣苑.“卡脖子”关键核心技术的甄选机制研究[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版),2020,49(6):5-15.
- [13] 张杰. 中国关键核心技术创新的特征、阻碍和突破[J]. 江苏行政学院学报,2019(2):43-52.
- [14] 王可达. 提高我国关键核心技术创新能力的路径研究[J]. 探索,2019(2):38-46.
- [15] 余江,管开轩,李哲,等. 聚焦关键核心技术攻关强化国家科技创新体系化能力[J]. 中国科学院院刊,2020,35(8):1018-1023.
- [16] 夏清华,乐毅.“卡脖子”技术究竟属于基础研究还是应用研究?[J]. 科技中国,2020(10):15-19.
- [17] 陈劲. 关键核心技术“卡脖子”的突破路径[J]. 高科技与产业化,2021,27(2):36-39.
- [18] 陈劲. 产业关键核心技术“卡脖子”问题的突破路径[J]. 中国经济评论,2021(2):64-67.
- [19] 白暴力,王国成. 锻造“杀手锏”技术与突破“卡脖子”技术应

- 坚持的原则[J]. 国家治理,2020(45):35-38.
- [20] 刘立,刘磊. 实施“非对称”赶超战略 突破“卡脖子”技术[J]. 国家治理,2020(45):3-8.
- [21] 邢冬梅. “卡脖子”技术问题的成因与规避——技术轨道的分析视角[J]. 国家治理,2020(45):21-25.
- [22] 张中祥,邵珠琼. 辩证和发展地看待“杀手锏”技术和“卡脖子”技术的关系[J]. 国家治理,2020(45):9-14.
- [23] 刘柳,吴新年. 颠覆性技术识别方法研究进展述评[J]. 数字图书馆论坛,2022(1):2-9.
- [24] 苏成,赵志耘,赵筱媛,等. 颠覆性技术新阐释:概念、内涵及特征[J]. 情报学报,2021,40(12):1253-1262.
- [25] 王刚,侯广辉,廖桂铭. 不确定性条件下的“创新漏斗”:颠覆性技术的识别方法与多阶段筛选路径研究[J]. 管理评论,2022,34(9):98-107,119.
- [26] 张金柱,王秋月,仇蒙蒙. 颠覆性技术识别研究进展综述[J]. 数据分析与知识发现,2022,6(7):12-31.
- [27] 陈劲,阳镇,朱子钦. 新型举国体制的理论逻辑、落地模式与应用场景[J]. 改革,2021(5):1-17.
- [28] 张婷,卢岩,陈娟,等. PD-1/PD-L1 抑制剂领域技术创新态势及其科学基础研究[J]. 中国药事,2020,34(10):1171-1179.
- [29] 刘立婷. 标准必要专利若干问题与对策研究[J]. 法制博览,2022(7):139-141.
- [30] 彭志萍. 浅析专利在标准制定及使用中的作用[J]. 仪器仪表标准化与计量,2015(3):6-7.
- [31] 王伟明,李路明,郝红伟,等. 高风险有源植入式医疗器械标准[J]. 中国医疗器械杂志,2016,40(6):428-433.
- [32] 赵沐子,黄哲. 医药企业新药研发战略优化探析[J]. 中国新药杂志,2023,32(12):1185-1190.

编辑:王宇梅/接受日期:2023-01-03